

Belege der Evolutionstheorie – Fossilien, Homologie und molekulare Uhr

Das Blatt behandelt vier Belegarten mit je einer kurzen Erklärung, einer Abbildung oder Tabelle und einer Aufgabe. Die Sequenzdaten in Aufgabe 4 sind Modelldaten und ausdrücklich als solche gekennzeichnet.

Lösungshinweise

Aufgabe	Erwartete Lösung
1 Fossilien	Reptilienmerkmale: Zähne im Kiefer, lange Schwanzwirbelsäule, freie Finger mit Krallen. Vogelmerkmale: Federn, Flügel. Archaeopteryx zeigt ein Mosaik beider Gruppen und stützt die Abstammung der Vögel von Reptilien (Dinosauriern). Altersbestimmung: Gesteinsschichten (Stratigraphie, Leitfossilien) und radiometrische Datierung.
2 Homologie	Gleicher Bauplan (ein Oberarmknochen, zwei Unterarmknochen, Handwurzel, Mittelhand, Finger) trotz verschiedener Funktion. Kriterien: Lage im Gefüge, spezifische Qualität, Kontinuität über Zwischenformen. Erklärung: gemeinsame Abstammung, abgewandelt durch unterschiedliche Selektion.
3 Analogie	Homolog: Arm / Walflosse; Kaktusdorn / Erbsenranke (beide umgewandelte Blätter). Analog: Vogel- / Schmetterlingsflügel; Grabbein Maulwurf / Maulwurfsgrille; Körperform Hai / Delfin. Zusatz: Vogel- und Fledermausflügel sind als Vordergliedmaßen homolog, als Flügel analog.
4 Molekulare Uhr	A–B: 2 % → 10 Mio. Jahre; A–C: 6 % → 30 Mio. Jahre; A–D: 12 % → 60 Mio. Jahre. Stammbaum: D zweigt zuerst ab, dann C, zuletzt trennen sich A und B. Grenzen: Mutationsraten schwanken zwischen Genen und Linien; Kalibrierung über datierte Fossilien nötig.
5 Theorie	Wissenschaftliche Theorie = umfassend geprüftes Erklärungssystem, das viele unabhängige Befunde vereint und überprüfbare Vorhersagen erlaubt – keine bloße Vermutung. Unabhängige Belegarten (Fossilien, Anatomie, Moleküle) stützen sich gegenseitig.

Einsatzhinweise

- Homologie und Analogie vorab klären: gleiche Herkunft oder gleiche Funktion?
- Zur molekularen Uhr ergänzend einen Stammbaum mit Zeitachse zeigen.
- Aufgabe 5 eignet sich für eine kurze Klassendiskussion.
- Differenzierung: Zusatzaufgabe zur Endosymbiontentheorie oder zu konvergenter Entwicklung.



Wichtig

Bitte diese Seite vor dem Kopieren für die Lerngruppe entfernen.

Belege der Evolutionstheorie

Name:

Datum:



Tipp

Die Evolutionstheorie stützt sich nicht auf einen einzigen Beweis, sondern auf viele voneinander unabhängige Belege. Auf diesem Blatt untersuchst du vier davon: Fossilien, Homologie, Analogie und die molekulare Uhr.

1 Fossilien

Fossilien sind erhaltene Reste oder Spuren von Lebewesen früherer Erdzeitalter. Ihr Alter lässt sich über die Abfolge der Gesteinsschichten und über radioaktive Zerfallsprozesse bestimmen. Besonders aufschlussreich sind **Übergangsformen**, die Merkmale zweier Gruppen kombinieren – etwa der rund 150 Millionen Jahre alte **Archaeopteryx** aus dem Solnhofener Plattenkalk (Bayern).



Ein Mosaik aus Merkmalen

5 P.

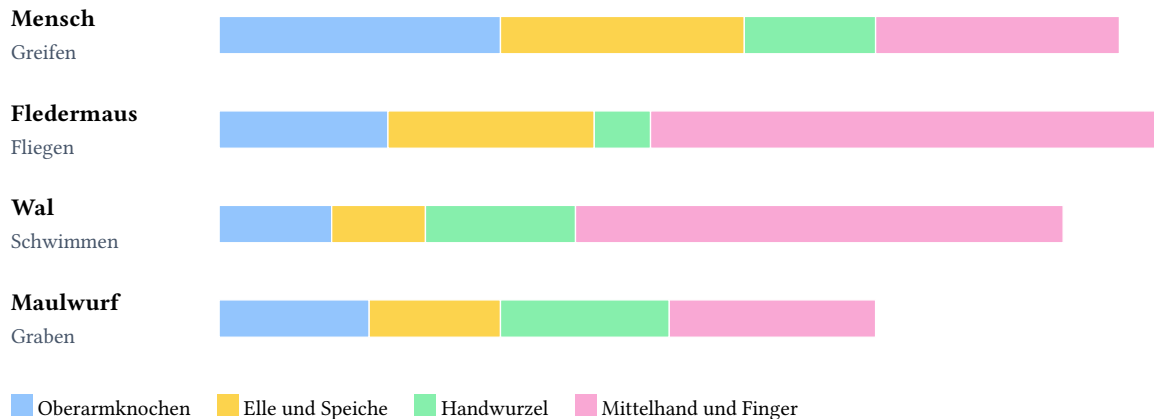
Ordne die Merkmale des Archaeopteryx zu (R = Reptilienmerkmal, V = Vogelmerkmal). Erkläre anschließend, warum dieses Fossil ein Beleg für Evolution ist.

Merkmal	R / V	Merkmal	R / V
Federn		Zähne im Kiefer	
lange knöcherne Schwanzwirbelsäule		Flügel	
freie Finger mit Krallen			

2 Homologie

Homologe Organe haben den gleichen Grundbauplan, weil sie auf eine gemeinsame Vorform zurückgehen – auch wenn sie heute ganz unterschiedliche Funktionen erfüllen. Kriterien: gleiche **Lage** im Körper, gleiche **spezifische Qualität** (Feinbau) und **Kontinuität** über Zwischenformen.

Abbildung: Knochenabschnitte der Vordergliedmaßen (schematisch, Längen nicht maßstäblich)



2

Ein Bauplan – vier Funktionen

5 P.

Beschreibe, was die vier Vordergliedmaßen gemeinsam haben und worin sie sich unterscheiden. Erkläre den Befund mithilfe der Evolutionstheorie.

3 Analogie

Analoge Organe erfüllen die gleiche Funktion und ähneln sich äußerlich, haben aber einen unterschiedlichen Bauplan und Ursprung. Sie entstehen, wenn ähnliche Umweltbedingungen bei nicht näher verwandten Arten ähnliche Anpassungen begünstigen (**konvergente Entwicklung**).

3

Homolog oder analog?

6 P.

Entscheide für jedes Paar und begründe kurz.

Paar	h / a	Begründung
Arm des Menschen – Brustflosse des Wals		
Flügel des Vogels – Flügel des Schmetterlings		
Grabbein des Maulwurfs – Grabbein der Maulwurfsgrille		
Körperform des Hais – Körperform des Delfins		
Dorn des Kaktus – Ranke der Erbse		

Zum Weiterdenken: Sind Vogelflügel und Fledermausflügel homolog oder analog? Tipp: Es kommt darauf an, worauf man schaut.

4 Molekulare Uhr

Im Erbgut sammeln sich im Laufe der Zeit Mutationen an. Bei manchen Genen geschieht das annähernd gleichmäßig. Je länger sich zwei Arten getrennt entwickelt haben, desto mehr Unterschiede finden sich in ihren DNA- oder Proteinsequenzen. Über Fossilien mit bekanntem Alter lässt sich diese „Uhr“ eichen.

4

Den Stammbaum berechnen

8 P.

Modellannahme: Seit der Trennung zweier Arten wächst der Sequenzunterschied in einem Gen um 2 % pro 10 Millionen Jahre. Berechne, vor wie vielen Millionen Jahren sich die Arten getrennt haben, und zeichne einen Stammbaum. Nenne eine Grenze der Methode.

Artenpaar (Modelldaten)	Sequenzunterschied	Trennung vor ... Mio. Jahren
Art A – Art B	2 %	
Art A – Art C	6 %	
Art A – Art D	12 %	

5

Nur eine Theorie?

6 P.

Im Alltag heißt „Theorie“ oft „unbewiesene Vermutung“. Erkläre, was eine Theorie in den Naturwissenschaften auszeichnet, und begründe, warum die Evolutionstheorie als besonders gut gestützt gilt.

Glossar

Begriff	Bedeutung
Fossil	erhaltener Rest oder Spur eines Lebewesens aus früheren Erdzeitaltern
Übergangsform	Fossil, das Merkmale zweier heute getrennter Gruppen vereint (z. B. Archaeopteryx)
Homologie	Ähnlichkeit aufgrund gemeinsamer Abstammung bei möglicherweise unterschiedlicher Funktion
Analogie	Ähnlichkeit aufgrund gleicher Funktion bei unterschiedlicher Abstammung
Konvergenz	Entwicklung ähnlicher Merkmale bei nicht näher verwandten Arten unter ähnlichen Umweltbedingungen
Molekulare Uhr	Abschätzung von Trennungszeitpunkten aus der Zahl der Sequenzunterschiede
Theorie	umfassend geprüftes Erklärungssystem, das viele Befunde vereint und überprüfbare Vorhersagen erlaubt